

# Requirements Engineering: Ein Ansatz auch für die klassische Produktentwicklung?

Christian Lindemann, Kurt-Robert Hippler, Rainer Koch

Universität Paderborn  
Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung (C.I.K.)  
Pohlweg 47-49  
33098 Paderborn  
{lindemann;r.koch@cik.upb.de}  
krh@mail.uni-paderborn.de

**Abstract:** Eine systematische Analyse von Kundenanforderungen wird in der heutigen Zeit immer wichtiger. In den Disziplinen der klassischen Produktentwicklung (PE) und des Software Engineerings (SE) gibt es hierzu vielfältige Systematiken und Tools welche sich mit dieser Analyse dieser Anforderungen beschäftigen. Diese sind in der Regel in etablierte Methoden zur Produktentwicklung eingebettet. In dieser Arbeit wird ein interdisziplinärer Ansatz zur Produktentwicklung in der elektromechanischen Industrie entwickelt und vorgestellt. Hierbei werden Synergieeffekte der unterschiedlichen Methoden und Ansätze genutzt um eine branchenspezifische Methodik zu entwickeln.

## 1 Einleitung

In der heutigen Zeit stehen Unternehmen bei der Produkterstellung immer komplexeren Herausforderungen gegenüber. Produkte sollen kundenindividuell, innovativ und hochwertig sein. Durch verkürzte Produktlebenszyklen müssen diese Produkte in immer kürzeren Abständen zu einem immer günstigeren Preis auf den Markt gebracht werden [SBA02]. Aufgrund eines immer höheren Wettbewerbs auf den Märkten, insbesondere durch Nachahmer, erodieren erreichte Wettbewerbsvorteile immer schneller [Bu94]. Insbesondere die Summe dieser Herausforderungen verlangt ein systematisches, reproduzierbares Vorgehen bei der Produktentwicklung. Hierzu bieten das Software Engineering sowie die klassische Produktentwicklung in der Mechanik diverse Ansätze um eine erfolgreiche Verfahrensweise zu gewährleisten.

Um die Kundenforderungen bezüglich neuer Produkte möglichst genau zu erfüllen und Wettbewerbsvorteile aufrecht zu erhalten, bedarf es einer gezielten Aufnahme der Kundenwünsche. Hierzu bieten die verschiedenen Disziplinen in den Entwicklungsprozess eingebettete Methoden der Anforderungserhebung an. Insbesondere das Requirements Engineering (RE) als Teil-Disziplin des Software Engineering befasst sich mit dem Finden, Dokumentieren und Pflegen von Kundenanforderungen an ein (Software-)Produkt. Der Begriff Engineering sagt aus, dass es sich um einen systematischen Prozess handelt [PR10], der reproduzierbar möglichst alle relevanten Kundenanforderungen erhebt.

Ziel der Untersuchungen ist es die Anwendbarkeit von Techniken des Requirements Engineerings am Beispiel eines elektromechanischen Produktes im Hinblick auf die klassische Produktentwicklung zu untersuchen. Die Diskussion wird bezogen auf ein entwickeltes und bereits prototypisch in einem Unternehmen eingeführtes interdisziplinäres Verfahren zur Anforderungsanalyse. Es wird exemplarisch ein reales Fallbeispiel aus der Industrie diskutiert und analysiert.

## 2 Einordnung der Anforderungsanalyse in den Konstruktionsprozess

Um die Produktentwicklungsprozesse hinsichtlich der Vorgehensweisen bei der Anforderungsanalyse zu vergleichen, erfolgt an dieser Stelle eine kurze Betrachtung der Systematiken, in welche die Erhebung von Anforderungen eingebettet ist. Hierbei werden insbesondere die ingenieurwissenschaftlichen Systematiken aus dem Software Engineering und der klassischen Produktentwicklung betrachtet. An dieser Stelle wird vertretend für die beiden Disziplinen jeweils ein Vorgehensmodell vorgestellt.

### 2.1 Anforderungsanalyse in der klassischen Produktentwicklung (PE)

In der klassischen Produktentwicklung existieren viele verschiedenen Methoden, zur systematischen Produktentwicklung. Zu nennen sind hierbei insbesondere die „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ nach der VDI 2221 [VDI2221], der Produktentstehungsprozess nach Pahl/Beitz [PBF07] als auch das Algorithmische Auswahlverfahren zur Konstruktion mit Katalogen nach Roth [Ro00]. Hierbei stellt die Erhebung von Kundenanforderungen ein zentrales Element dar. Anforderungen werden nach der VDI 2221 als „*qualitative und/oder quantitative Festlegung von Eigenschaften oder Bedingungen für ein Produkt*“ [VDI2221] oder nach ISO 9000 als „*ein Erfordernis oder eine Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist*“ [ISO9000] definiert.

Repräsentativ soll an dieser Stelle nur das Vorgehen nach PAHL/BEITZ beschrieben werden. Es gliedert den Produktentstehungsprozess in vier Phasen<sup>1</sup> mit unterschiedlichen Aufgabenpaketen: [PBF07] planen und klären der Aufgabe, konzipieren, entwerfen und ausarbeiten. Den Start der ersten Phase markiert entweder ein konkreter Kundenauftrag oder eine innovative Produktidee im Unternehmen selbst. Diese Produktidee wird auf Durchführbarkeit in Form eines Produktes geprüft. Dafür sind konkrete Produktvorschläge zu erarbeiten. Die daraus resultierende Entwicklungsaufgabe ist dann genauer zu beschreiben. Dies wird als Klärung der Aufgabe bezeichnet. Zur Klärung der Aufgabe ist in den meisten Fällen eine umfassende Informationsbeschaffung unternehmensinterner- und externer Daten notwendig.

Dabei werden die Anforderungen an das Produkt herausgearbeitet und in Form einer Anforderungsliste zusammengefasst. Den Abschluss dieser Phase bildet dann die Freigabe zum Konzipieren des neuen Produktes.

---

<sup>1</sup> Für die Thematik der Anforderungsanalyse sind nur die ersten zwei Phasen interessant, daher wird auf eine Beschreibung der letzten Phasen verzichtet.

Konzipieren: In dieser zweiten Phase folgt die Entwicklung einer prinzipiellen Lösung für das Produkt. Dies geschieht durch das Abstrahieren der gesammelten Anforderungen. In dieser Phase werden Funktionsstrukturen aufgestellt, Teilfunktionen werden zu einer Gesamtfunktion zusammengefügt. Durch die Suche nach geeigneten Wirkprinzipien und das Zusammenfassen in einer Wirkstruktur<sup>2</sup> wird die prinzipielle Lösung für das Produkt festlegt. „Das Konzipieren ist die prinzipielle Festlegung einer Lösung.“ [PFBG07] Für die Darstellung der Lösung können unterschiedlichste Dokumente verwendet werden. Dabei sind teilweise Handskizzen ausreichend, um eine prinzipielle Lösung zu verdeutlichen. Die gesamte Phase wird hierbei in mehrere Arbeitsschritte unterteilt [PFBG07]. Die erarbeiteten Lösungsvarianten müssen auf die Erfüllung der Forderungen der Anforderungsliste überprüft werden. Im Falle der Nichterfüllung wird die Variante verworfen. Das Erarbeiten prinzipieller Lösungen muss äußerst gewissenhaft durchgeführt werden, da Mängel des Lösungsprinzips in der Phase des Entwerfens nur schwer bzw. gar nicht behoben werden können.

## 2.2 Anforderungsanalyse im Software Engineering (SE)

Im Software Engineering befasst sich insbesondere die Disziplin des Requirements Engineering mit der Erhebung der Anforderungen von Stakeholdern. Unter den Begriff RE fallen alle Aktivitäten, die mit der Entwicklung und Dokumentation von Anforderungen an ein (Software-)Produkt zu tun haben. Auch in dieser Systematik ist die Erhebung von Anforderungen ein Prozessschritt, der zu Beginn eines jeden Produktentwicklungszyklus steht. Anforderungen gelten als eine Bedingung oder Eigenschaft, die ein System benötigt, um ein Problem zu lösen oder ein Ziel zu erreichen [IEEE90]. Hierbei sind unter dem Begriff System<sup>3</sup> sowohl physische Produkte als auch Dienstleistungen, wie z. B. die Erstellung von Software, zu verstehen. Rupp definiert eine Anforderung als „*Aussage über eine Eigenschaft oder Leistung eines Produktes, eines Prozesses oder der am Prozess beteiligten Personen*“ [Ru09]. Ausgehend von einer Betrachtung und Abgrenzung von System, Kontext und Umgebung rücken die Stakeholder<sup>4</sup> eines Systems in den Mittelpunkt der Anforderungsanalyse [Po08].

An dieser Stelle wird repräsentativ nur das Vorgehen von ROBERTSON/ROBERTSON beschrieben. Das Modell stellt einen allgemeingültigen dreistufigen Entwicklungsprozess vor, der sich aus dem Requirements Process, der Systemanalyse und dem Product Design zusammensetzt [RR06]. Die Autoren trennen den Prozess der Anforderungsanalyse und -spezifikation aus der Systemanalyse heraus und stellen ihn dem gesamten Entwicklungsprozess als Stufe des Requirements Process voran. In diesem Prozessschritt werden alle Anforderungen betreffenden Aktivitäten durchgeführt. Dies geschieht immer unter der Berücksichtigung der Stakeholder-Interessen und der geplanten Umgebungsbedingungen des Produkts. Als Ergebnis dieser Stufe liegen die Requirements Specifications vor, welche auch bei diesem Vorgehen in Form eines Anforderungskatalogs oder

---

<sup>2</sup> Ein Wirkprinzip ist ein Grundsatz, von dem sich eine bestimmte Wirkung zur Erfüllung der Funktion ableitet

<sup>3</sup> EHRENSPIEL definiert ein System als eine Menge von Elementen, die bestimmte Eigenschaften aufweisen und durch unterschiedliche Beziehungen untereinander verbunden sind. Systeme grenzen sich durch die Systemgrenze von ihrem Umfeld ab. [Eh09]

<sup>4</sup> Dies sind „alle Personen, die von der Systementwicklung und natürlich auch vom Einsatz und Betrieb des Systems/Produkts betroffen sind“ [Ru09].

einer Anforderungsliste gesammelt werden. Anschließend daran erfolgt die Systems Analysis, die dem Requirements Process sehr ähnlich ist und sich in einigen Arbeitsschritten auch mit dieser Stufe des Prozesses deckt bzw. sich teilweise überschneidet. Zum Abschluss dieser Stufe wird das Produkt komplett verstanden. [RR06] Es liegen sowohl die Requirements Specification als auch die Analysis Specification vor. Anschließend erfolgt das eigentliche Product Design. Hierbei werden die teilweise noch abstrakten Vorstellungen aus den Requirements und Analysis Specifications in ein endgültiges Design umgesetzt. Ergebnis dieser Stufe ist die Design Specification, die als Fertigungsunterlagen für die Herstellung des Produkts benötigt werden. Die Stufen Build und Product Usage stellen keine Stufen des eigentlichen Entwicklungsprozesses mehr dar. So wirken sich diese Stufen auf die Anforderungsanalyse aus, da ein Feedback aus diesen Stufen in den Requirements Process einfließt. Das Vorgehen ist iterativ und empfiehlt Rücksprünge in vorangegangene Stufen des Entwicklungsprozesses. Die Anforderungsanalyse und -spezifikation nimmt bei diesem Modell jedoch eine Sonderstellung ein, da für die Erhebung von Anforderungen und deren Dokumentation erstmals ein eigenständiger Prozessschritt eingeführt wurde.

### 2.3 Anforderungsanalyse im Konstruktionsprozess

Abbildung 1 stellt noch einmal die bei der Analyse betrachteten Verfahren gegenüber, welche die Grundlage für die Entwicklung eines produktspezifischen Ansatzes zur Anforderungsanalyse darstellen.

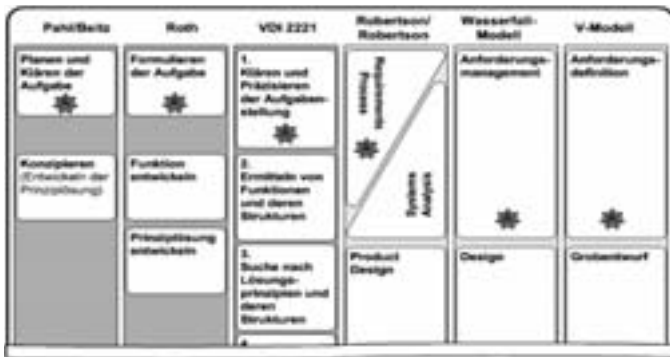


Abbildung 1: Einordnung der Anforderungsanalyse in den Konstruktionsprozess

Schon auf den ersten Blick wird deutlich, dass die Tätigkeit der Anforderungsanalyse und -spezifikation in allen Modellen zu einem sehr frühen Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses erfolgt. Hierbei zeichnen sich alle Modelle durch die Möglichkeit der iterativen Produktentwicklung aus. Somit sind durchaus Sprünge zwischen den verschiedenen Entwicklungsphasen möglich. Als Ergebnis der ersten Phasen steht grundsätzlich das Dokument der Anforderungsliste. Dies kann als Anforderungsspezifikation (vgl. Software Requirements-Specification nach [IEEE830]) oder im Sinne der klassischen Produktentwicklung von Lasten- und Pflichtenheft nach [DIN69905] und [VDI2519] dokumentiert werden. Mit Ausnahme des Wasserfallmodells ermöglichen alle Modelle während der gesamten Produktentwicklung eine flexible iterative Anpassung

der Anforderungsdefinition und Dokumentation. Insbesondere die Modelle des Software Engineerings ermöglichen eine Änderung bis zur Produktfertigstellung. Bei genauer Betrachtung wird deutlich, dass die verschiedenen Verfahren durchaus Überschneidungen aufweisen. Dies gilt nicht nur für die klassischen Modelle der Produktentwicklung, sondern auch für die Modelle und Vorgehensweisen, die aus der Softwareerstellung stammen. Hierbei ist das Modell von Robertson/Robertson hervorzuheben, da sich dies explizit nicht nur auf Softwareprojekte übertragen lässt. Auffällig sind die Überschneidungen jedoch besonders bei den klassischen Vorgehensmodellen. So kommt Roth zu dem Schluss: „Die Ablaufpläne von Roth und Pahl/Beitz stimmen mit dem Ablaufplan der Richtlinie VDI 2221 genau überein.“ [Ro00]. Als grundsätzlicher Unterschied zwischen den Modellen der Mechanik und der Softwareentwicklung lässt sich die feinere Struktur der Mechanik-Modelle herausstellen. Die Modelle umfassen zwar teilweise ebenfalls, wie die Vorgehensweisen der Softwareentwicklung vier Phasen, sind dafür aber klarer in Form von Arbeitspaketen strukturiert. In einem Punkt stimmen jedoch alle Modelle überein: Die Anforderungsanalyse und –spezifikation erfolgt immer in den ersten Prozessschritten der jeweiligen Methode. Die erarbeitete Anforderungsliste wird bei fast jedem Modell, beim Durchlaufen der Methode, iterativ weiterentwickelt und von den nachfolgenden Prozessschritten weiter beeinflusst.

### 3 Interdisziplinäre Anforderungsanalyse in der Praxis

In diesem Abschnitt wird die Entwicklung einer produktspezifischen interdisziplinären Systematik zur Anforderungsanalyse beschrieben. Dabei wird die Methode exemplarisch anhand eines Unternehmens aus dem Segment der elektromechanischen Industrie untersucht. Hierbei wurde versucht die Synergieeffekte der Ansätze der klassischen Produktentwicklung und des Softwareengineering zu nutzen. Im vorigen Abschnitt wurde bereits erläutert, wie einzelne Richtlinien [VDI2221] [ISO9000] [IEEE90] oder Autoren [Ru09] den Anforderungsbegriff verstehen. Um ein gemeinsames Verständnis für den folgenden Abschnitt zu schaffen, wird an dieser Stelle eine eigene Definition eingeführt. „Anforderungen ermöglichen qualitative und/oder quantitative Aussagen über Eigenschaften von Produkten bzw. Prozessen, mit teilweise unterschiedlichen Gewichtungen. Sie sind notwendig um Systeme zu beschreiben, Probleme zu lösen oder Ziele zu erreichen.“

Im Folgenden werden die Anforderungen an eine produktsegmentspezifische Methode zur Anforderungsanalyse und vorgestellt. Für das betrachtete Produkt sind die nachfolgend aufgelisteten zehn Forderungen mit dem betrachteten Unternehmen als signifikant herausgearbeitet worden.:

1. Einfache Generierung von Anforderungen und Anforderungsliste
2. Überschaubarer Aufwand für die Durchführung der Methode
3. Möglichst vollständige Ermittlung der Anforderungen
4. Überführbarkeit in ein Lasten- / Pflichtenheft
5. Anforderungsgenerierung aus Normung und Zulassung
6. Einbeziehung ausländischer Niederlassungen und Tochtergesellschaften
7. Verwendung von Markt- und Wettbewerbsdaten
8. Kosten und Preise als Kernanforderung

9. Einbindung von Kunden in die Anforderungsgenerierung
10. Konfliktmanagement bei widersprüchlichen Anforderungen

Grundsätzlich können diese Anforderungen an die Methode jedoch auch für andere Unternehmen oder Märkte interessant sein. Die Anforderungen an die Methode zielen insbesondere auf die Integration von Kundenwünschen, die Verwendung von Markt- und Wettbewerbsdaten und unternehmensinterner Ideen ab.

### **3.1 Bewertung der Methoden hinsichtlich der Anforderungserfüllung**

Um die gestellten Anforderungen an einen neuen, produktspezifischen Prozess zur Anforderungserhebung zu erfüllen, wurde hauptsächlich auf die bereits in Abschnitt zwei beschriebenen Methoden zurückgegriffen. Zusätzlich wurden weitere erfolgversprechende Techniken<sup>5</sup> aus dem weiteren Umfeld der beiden Ansätze betrachtet (siehe Abbildung 2).

Die Vorgehensmodelle der Mechanik bieten gute Ansätze zur Anforderungsanalyse. Die Vorteile des Modells liegen dabei vor allem in der Vielzahl vorgeschlagener weiterführender Methoden zur Anforderungsanalyse (vgl.[VDI2221]). Diese Methoden sind jedoch nicht direkt in den Prozess integriert. Die Ergebnisse, die von diesem Modell geliefert werden, hängen somit stark von jeweiligen Bearbeiter und seinem Fach- und Methodenwissen ab. Vorteilhaft ist, dass oftmals die Grenzen zwischen konkreter, auf ein Produkt bezogener Anforderungsanalyse und der strategischen Produktplanung verschwimmen. Beide sind Teil der generellen Produktplanung (vgl. VDI 2220 bis VDI 2222). Dies verdeutlicht das Beispiel der Anwendung von Szenarien: Während diese im Requirements Engineering stark auf die konkrete Anforderungsgenerierung ausgelegt ist (vgl.[Ru09]), finden sie in der klassischen Produktentwicklung eher als strategisches Tool zur langfristigen Entwicklung von Produktstrategien Anwendung (vgl.[GPW10]). Auch das Requirements Engineering weist hinsichtlich der gestellten Anforderung Schwachstellen auf. Oft basiert das Vorgehen auf der Vorstellung, für einen „bekannten“ Kunden zu produzieren. Im Markt für das elektromechanische Produkt wird für einen „anonymen“ Kundenkreis hergestellt, diese Produkte werden dann auf dem Markt einer Vielzahl von Kunden angeboten. Es ist also nicht garantiert, dass Kunden automatisch zur Gruppe der Stakeholder gehören, die sich aktiv am Entwicklungsprozess beteiligen. Die Vorstellung über die enge Zusammenarbeit mit dem Kunden als Stakeholder resultiert beim Requirements Engineering Ansatz aus seiner Herkunft, da bei der Softwareerstellung oftmals kundenspezifische Projekte durchgeführt werden.

---

<sup>5</sup> Die Techniken stehen nicht im Kern der Arbeit, und werden nur kurz angerissen. Weiterführende Literatur wird angegeben.

Fragestellung: Wie erfüllen die unten gelisteten Vorgehensmodelle und Methoden die an die Systematik gestellten Anforderungen?	Anforderungen an die Methode									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
++ weitestgehend erfüllt										
+ teilweise erfüllt										
○ in Ansätzen erfüllt										
-- nicht erfüllt										
	Einfache Generierung von Anforderungen und Anforderungssätze	Möglichkeit vollständige Erfassung der Anforderungen	Überschaubarer Aufwand für die Durchführung	Überführbarkeit in ein Lasten-/Pflichtenheft	Anforderungsgenerierung aus Normung und Zulassung	Einbeziehung ausläufiger Nebenaspekte und Tochtergesellschaften	Vereinbarung von Markt- und Wettbewerbszuständen	Kosten und Preise als Kennanforderung	Einbindung von Kunden in die Anforderungsgenerierung	Konfliktmanagement bei widersprüchlichen Anforderungen
<b>PAHL/BEITZ</b>	+	+	+	++	+	○	+	-	○	○
<b>Robertson/Robertson</b>	+	+	+	++	○	+	○	+	++	++
<b>Marktanalyse</b>	○	○	+	+	-	++	++	+	○	-
<b>Wettbewerbsanalyse</b>	○	○	+	+	-	++	++	+	○	-
<b>Lead-User-Methode</b>	+	+	-	++	○	○	○	+	++	○
<b>Conjoint-Measurement</b>	+	+	-	+	○	+	○	++	++	+
<b>QFD</b>	○	○	○	+	+	○	+	○	++	+
<b>Szenario-Technik</b>	○	+	-	+	-	+	○	+	+	-

Abbildung 2: Gegenüberstellung Anforderungen und Vorgehensmodelle/Methoden<sup>6</sup>

Markt- und Wettbewerbsanalysen<sup>7</sup> dienen vor allem der Bereitstellung von Markt- und Wettbewerbsdaten. Der Aufwand für die Durchführung ist je nach gewählter Methode überschaubar, sofern die Daten für die Untersuchung verfügbar sind. Somit sollten diese Analysemethoden als Alternative, in der neuen Methode Berücksichtigung finden. Für die Einbeziehung der beiden Methoden spricht auch die teilweise Eignung zur Ermittlung von Preis-Anforderungen und technischen Wettbewerbsvergleichen.

Auf Grund ihrer guten Eignung für die Integration des Kunden in den Entwicklungsprozess sollte die Lead-User-Methode (vgl. [vHi86]) als ergänzende Methode zum Prozess der Anforderungsanalyse und – spezifikation genutzt werden. Der Gewinn, den neue innovative Anforderungen für die (Neu-) Produktentwicklung bedeuten, ist dabei nicht zu unterschätzen.

Obwohl die Methode Quality Function Deployment (QFD) (vgl. [No06]) zumindest eine Erfüllung in Ansätzen bietet und bei keiner der Anforderungen des Produktsegments „durchfällt“ sollte diese Methode trotzdem nicht in die neue Methode zur Anforderungs-

<sup>6</sup> Auf Grund der hohen Überschneidungsrate zwischen den Modellen der Mechanik wurde im Vergleich nur noch das Modell von PAHL/BEITZ stellvertretend für alle anderen betrachtet.

<sup>7</sup> Zur besseren Darstellung wurden die Markt- und Wettbewerbsanalyse zusammengefasst. Betrachtet wurden stellvertretende insbesondere Porters 5 Forces Modell [Po80], sowie das BCG Portfolio [KKB07].

analyse und –spezifikation einfließen. Den Grund hierfür stellt wieder der Aufwand für die Durchführung der Methode dar. Zwar lässt sich mit Blitz-QFD nach ZULTNER (vgl. [Zu95]) das Verfahren abkürzen, jedoch werden bei diesem Ansatz bestimmte Kundenkreise (kleinere Kunden) in der Untersuchung nicht betrachtet.

Im Rahmen der Anforderungsanalyse und –spezifikation kann die Szenario-Technik (vgl. [GPW10]) ihre strategischen Vorteile nicht ausspielen. Für die operative Erhebung und Dokumentation von Anforderungen im Entwicklungsprozess ist diese wenig geeignet. Bei langfristig angelegten Strategiprojekten könnte die Szenario-Analyse zur Ermittlung von Trends herangezogen werden. Aus diesen Trends ließen sich Rückschlüsse auf mögliche Produkthanforderungen ziehen.

Grundsätzlich bieten sowohl das Vorgehensmodell der Mechanik als auch das Modell des Requirements Engineering gute Ansätze zur Durchführung der Anforderungsanalyse für das betrachtete Produktsegment. Jedes der betrachteten Modelle erfüllt Teile der Anforderungen an die Methode. Aufgrund der Betrachtung des Verhältnisses von Aufwand zu Ergebnissen fallen sowohl die Szenario-Technik als auch das QFD Technik aus dem Methodenpool zur Entwicklung heraus. Hierbei bleibt zu prüfen, ob diese Techniken an anderer Stelle Einsatz finden können.

### **3.2 Interdisziplinärer Prozess**

Bei der Entwicklung einer neuen Methodik wird der aufgezeigte Handlungsbedarf unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus 3.1 in eine neue bzw. modifizierte Methode umgesetzt. Nach Rupp müssen hierzu die Fragen nach dem Vorgehensmodell, den Aktivitäten, den verwendeten Techniken und den beteiligten Personen geklärt werden [Ru09].

Als Grundgerüst der neuen Methode dient eine Kombination des zweistufigen Prozesses von PAHL/BEITZ, und dem Vorgehensmodell nach Robertson/Robertson. Die beiden Vorgehen wurden dabei um sinnvolle Aspekte und Arbeitsschritte andere Methoden ergänzt.

Der Ablaufplan beschreibt ein siebenstufiges Vorgehen zur Erstellung einer den Forderungen des Marktsegments entsprechenden Anforderungsliste. Dabei wurden dem Prozess auf der rechten Seite die für die Bearbeitung der Prozessstufen möglichen Methoden sowie die Kernaufgaben und zugehörigen Daten im Dokument gegenübergestellt. Auf der linken Seite vom Prozess wurden möglich Inputs, die als Datenquellen dienen können, gelistet.



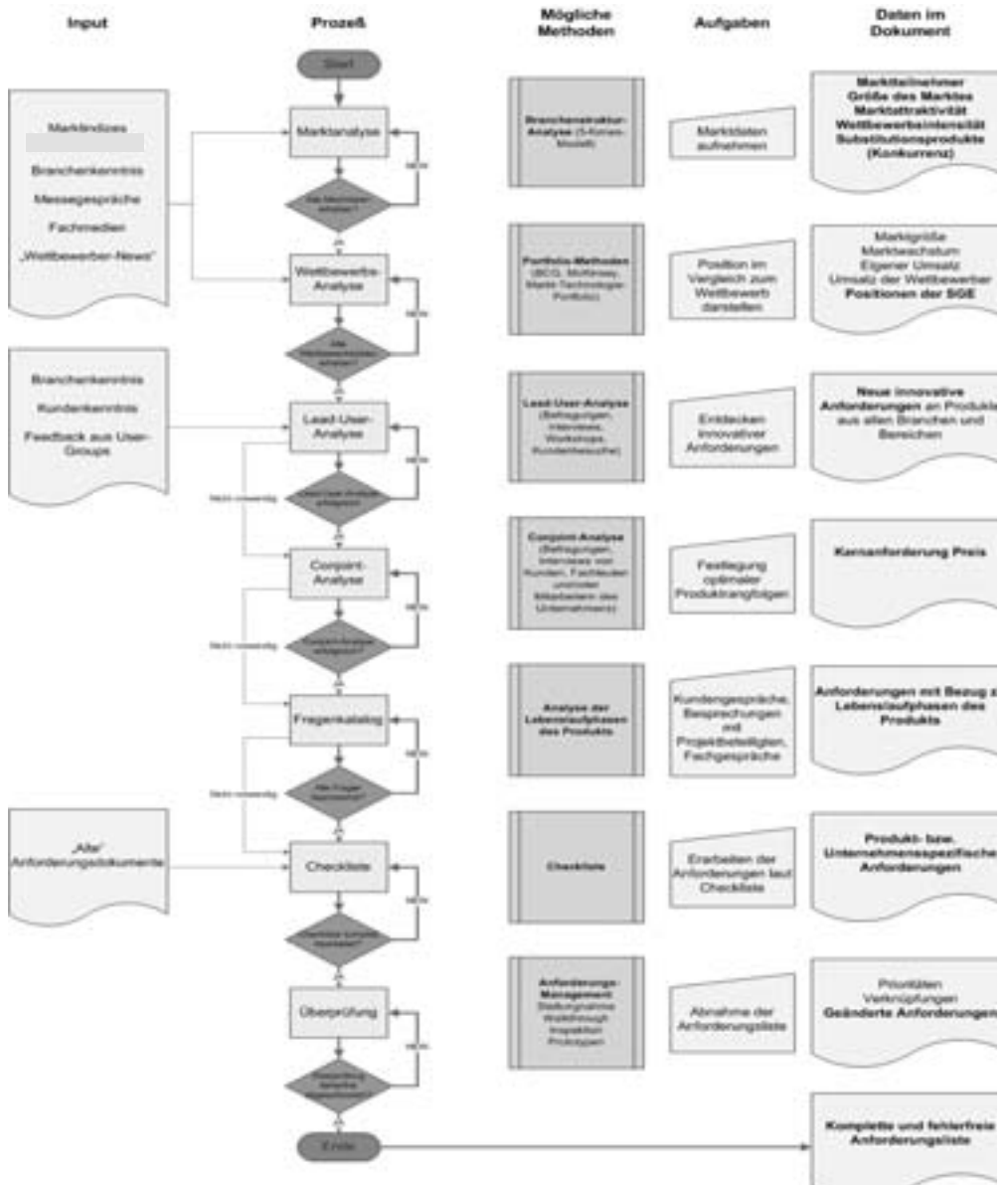


Abbildung 3: Neu generierter Ablaufplan zur Erstellung der Anforderungsliste<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Grundsätzlich kann der entwickelte Prozess sowohl für Neuentwicklungen als auch für Variantenkonstruktionen verwendet werden. Hierbei unterliegt es dem Projektmanager benötigte Phasen zu identifizieren. Bei der Variantenkonstruktion kann zusätzlich auf bestehende Daten und Anforderungskataloge zurückgegriffen werden, was den Aufwand für die Durchführung deutlich verringert.

Die Beantwortung dieser Fragen findet sich im Vorgehensmodell in Abbildung 3. Als hauptverantwortliche Person wird der Projektmanager angesehen. Nach dem Start des Prozesses erfolgt als erstes eine Marktanalyse, um einen Überblick über den gesamten Markt zu erhalten. Der nächste Schritt der Wettbewerbsanalyse greift auf dieselben Informationsquellen zurück. In Phase 3 erfolgt eine „Untersuchung“ der Kundengruppen nach dem Lead-User Ansatz. Grundsätzlich sollten der zuständige Mitarbeiter oder andere Mitglieder des Projektteams über eine ausgeprägte Branchenkenntnis verfügen. Der nächste Schritt im Ablauf der neuen Methode ist die Conjoint-Analyse. Dabei greift die Conjoint-Analyse sowohl produktbezogenes Fachwissen der Mitarbeiter, als auch auf Kenntnisse über Wettbewerbserzeugnisse als Input zurück. Im Rahmen der Methode wird als Prozessschritt fünf ein Fragenkatalog zur Unterstützung der Erstellung von Anforderungslisten erstellt. Der sechste Schritt der neuen Methode sieht die Bearbeitung einer technischen branchenspezifischen Checkliste vor. Diese sollte die üblichen Punkte der Produktentwicklung abdecken und wiederkehrende Anforderungen an die Produkte der Unternehmen beinhalten. Zur Erstellung wird die Anforderungsschablone nach Rupp verwendet (vgl. Ru09]). Im Rahmen der Überprüfung, welche die letzte Phase der Methode darstellt, werden fehlerhafte Anforderungen entdeckt. Sie stellt die Qualitätskontrolle vor Übergabe der Anforderungsliste an die nachfolgenden Abteilungen dar.

## 4 Diskussion der Ergebnisse

Zur Validierung<sup>9</sup> des Vorgehensmodells wurde ein Prozess zur Anforderungserhebung exemplarisch in einem Projekt durchgeführt, in dem die Anforderungsanalyse zuvor bereits nach dem „alten“ Verfahren durchlaufen wurde. Dies soll eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglichen. Mit der Validierung soll die Durchführbarkeit und Anwendungsfähigkeit der neuen Methode belegt werden. Hierbei wurden mittels einer Befragung der hauptverantwortlich am Prozess beteiligten Mitarbeiter nachfolgend beschriebene Ergebnisse erzielt. Die befragte Gruppe setzte sich dabei aus 10 Produktmanagern, drei Prozessplanern, vier Entwicklern/Konstrukteuren, einem Controller und einem Projektplaner zusammen.

1. Die Methode ist zur Anforderungsanalyse und –spezifikation geeignet.
2. Die Eignung für das Produktsegment ist gegeben.
3. Die neue Methode liefert gegenüber der alten Vorgehensweise qualitativ bessere Ergebnisse.
4. Das Verfahren ist aufwändiger als das bisherige Vorgehen.

---

<sup>9</sup> Unter Validierung ist der formelle und dokumentierte Nachweis der Gültigkeit einer analytischen Methode zu verstehen. Es ist zu beweisen, dass die Methode für den Einsatzzweck geeignet ist und die an sie gestellten Anforderungen erfüllt.

Die neue Methode wird als geeignetes Werkzeug zur Anforderungsanalyse gesehen und erfüllt die 10 gestellten Anforderungen. Nachteilig ist jedoch der hohe Aufwand für die Durchführung. Entscheidend ist, ob dieser wahrgenommene Mehraufwand sich in besseren Ergebnissen der Anforderungsanalyse widerspiegelt. Dieser wäre gerechtfertigt, sobald durch die intensivere Analyse der Kundenanforderungen Nachbesserungen im späteren Entwicklungsprozess vermieden würden.

Der Aufbau der Methode hat gezeigt, dass auch oder gerade Teile des Requirements Engineering, wie z.B. die Überprüfung von Anforderungen, zielführend zur Anforderungsanalyse eingesetzt werden können. Ergänzt wurden die beiden Vorgehensmodelle dabei um unterstützende Methoden und Analysemodelle, die zur Erfüllung aller Anforderungen des Produktsegments beitragen. Dabei bietet der Ablaufplan sowohl für Varianten-, als auch für Neukonstruktionen ein strukturiertes und anpassbares Vorgehen.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Wie die Validierung und Bewertung gezeigt hat, bietet die neu entwickelte Methode zur Anforderungsanalyse und -spezifikation eine gute Ausgangsbasis zur Durchführung der Analysen für das betrachtete Produkt. Hierbei wurde ausgehend von den Modellen der PE und dem Requirements Engineering ein Ablaufplan geschaffen, der ein systematisches Vorgehen zur Ermittlung von Anforderungen bietet. So hat der Aufbau der Methode gezeigt, dass insbesondere Teile des Requirements Engineering, wie z.B. die Überprüfung von Anforderungen, zielführend zur Anforderungsanalyse in der klassischen PE eingesetzt werden können. Ergänzt wurden die beiden Vorgehensmodelle um unterstützende Methoden und Analysemodelle, die zur Erfüllung aller Anforderungen des Produktsegments beitragen. Dabei bietet der Ablaufplan sowohl für Varianten-, als auch für Neukonstruktionen von industriellen Steckverbindern ein strukturiertes und anpassbares Vorgehen. Um dieses neue Vorgehen in der Abteilung zu implementieren sollte ein Handbuch erstellt werden, welches den gesamten Ablauf der Methode anhand praxisnaher Beispiele und produktspezifischer Gegebenheiten beschreibt.

Das Vorgehensmodell der PE sowie das Modell des Requirements Engineering bieten somit gute Ansätze zur Durchführung der interdisziplinären Anforderungsanalyse und -spezifikation für das betrachtete Produktsegment. Es wird deutlich, dass für eine produktspezifische Systematik zur Anforderungsanalyse, Synergieeffekte durch ein Zusammenspiel der beiden Disziplinen erzielt werden können. Die Methoden des SE und der PE in der idealtypischen Unterscheidung sind in der Praxis wohl kaum anzufinden. Eine klare Abgrenzung der beiden Verfahren ist aufgrund einer hohen Überschneidungsrate, insbesondere auch bei den eingesetzten Tools kaum möglich. Es bleibt festzuhalten, dass für die zukünftige Methodenentwicklung der Anforderungsanalyse beide Verfahren eine starke Rolle spielen. Auch die Untersuchung der Integration weiterer Disziplinen wie der psychologischen Perspektive oder der Perspektive des Qualitätsmanagements sind zu prüfen. Ein Ziel der Weiterentwicklung und Untersuchung wären unternehmens- oder gar branchenspezifische Lösungen durch einen interdisziplinären Ansatz zu verbessern. Hierbei sollte insbesondere an der Aufwandsreduzierung für die Durchführung einer solchen Methode gearbeitet werden.

## Literaturverzeichnis

- [SBA02] Specht, G.; Beckmann, C.; Amelingmeyer, J.: F&E-Management – Kompetenz im Innovationsmanagement; Verlag Schäffer-Poeschel; Stuttgart; 2002
- [Bu94] Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement; Modelle, Methoden, Praxisbeispiele; Teubner Verlag; Stuttgart, 1994
- [GPW10] Gausemeier, Jürgen; Plass, Christoph; Wenzelmann, Christoph (2009): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen.
- [vHi86] Von Hippel, E. (1986), "Lead Users: A Source of Novel Product Concepts", Management Science 32(7): 791–806
- [IEEE830] IEEE Std 830-1998 - IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 1998.
- [ISO9000] ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe
- [PBF07] Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich; Pahl-Beitz: Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung ; Methoden und Anwendung. 7. Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).2007
- [Po08] Pohl, K.: Requirements engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. dpunkt-Verl., Heidelberg, 2008.
- [PR10] Pohl, Klaus; Rupp, Chris : Basiswissen Requirements Engineering. Aus- und Weiterbildung zum "Certified Professional for Requirements Engineering" ; Foundation Level nach IREB-Standard.. Heidelberg: dpunkt-Verl.2010
- [RR99] Robertson, S.; Robertson, J.: Mastering the requirements process. Addison-Wesley, Harlow, 1999.
- [RR06] Robertson, S.; Robertson, J.: Mastering the Requirements Process; Addison-Wesley; 2006
- [Ru09] Rupp, Chris : Requirements-Engineering und -Management. Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis. München: Hanser.2009
- [VDI2221] VDI: VDI-Richtlinie 2221 : Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, 1993
- [VDI2519] VDI: VDI-Richtlinie 2519 - Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften, 2001.
- [La07] Laplante, P. (2007). What Every Engineer Should Know about Software Engineering. Boca Raton
- [IEEE90] IEEE Std 610.12-1990 IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology
- [Eh09] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung; Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit; 4., überarbeitete Auflage; München 2009
- [Ro00] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen; Konstruktionslehre; Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York u.a.; 2000
- [KKB07] Kotler, P.; Keller, K. L.; BLIEMEL, FRIEDHELM: Marketing Management, Strategien für wertschaffendes Handeln; Verlag Pearson Studium; München; 2007
- [No06] Noe, M.: Projektbegleitendes Qualitätsmanagement: Der Weg zu besserem Projekterfolg; Publicis Verlag; Erlangen; 2006
- [Po80] Porter, M. E.: Competitive Strategy: Techniques for analyzing industries and competitors; Free Press; New York; 1980
- [Zu95] Zultner, R. E.: Blitz QFD: Better, Faster, and Cheaper Forms of QFD. In: American Programmer; ; S. 25-36, 1995